

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-034961

(43)Date of publication of application : 05.02.1992

(51)Int.Cl.

H01L 27/00

(21)Application number : 02-142156

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 30.05.1990

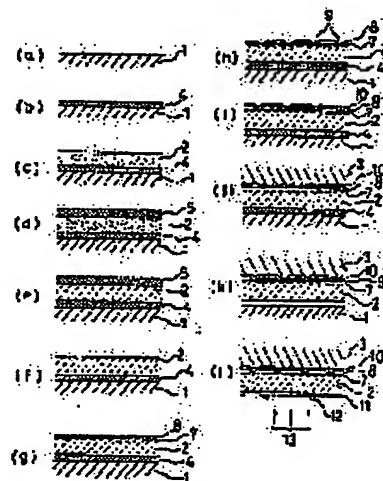
(72)Inventor : DEGUCHI MIKIO

## (54) SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To suppress the mixing of impurities into a semiconductor thin film and to realize an integrated structure by forming the semiconductor thin film on a heat resisting substrate, forming a matrix on the film, and thereafter peeling the heat resisting substrate from the semiconductor thin film.

**CONSTITUTION:** A peeling layer 4 is provided on a heat resisting substrate 1. For example, a P-type polycrystalline silicon thin film is formed on the layer 4 as a semiconductor thin film 2. The film 2 is covered with a cap layer 5. After the semiconductor thin film 2 undergoes zone melting and recrystallization, the cap layer 5 is removed, and a p+ diffused layer 7 and an oxide film 8 are formed. Then, the oxide film 8 is patterned, and an opening part 9 is provided. A metal layer 10 is formed thereon, and a matrix 3 is bonded. Then, the peeling layer 4 is decomposed, and the heat resisting substrate 1 is separated. A bonding layer 11 is provided on the surface of the semiconductor thin film 2 by n+ diffusion and the like, and a P-N junction is formed. Lattice electrodes 12 are further provided on the surface. Since the entire surface is covered with the peeling layer 4 and the cap layer 5, contamination with impurities in the melting recrystallization of the semiconductor thin film 2 is prevented.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-34961

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>

H 01 L 27/00

識別記号

3 0 1 R  
3 0 1 B

庁内整理番号

7514-4M  
7514-4M

⑬ 公開 平成4年(1992)2月5日

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全12頁)

⑭ 発明の名称 半導体装置およびその製造方法

⑯ 特 願 平2-142156

⑰ 出 願 平2(1990)5月30日

⑱ 発 明 者 出 口 幹 雄 兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社光・マイクロ波デバイス研究所内

⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 早瀬 憲一

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

半導体装置およびその製造方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 半導体薄膜を形成するに必要な温度において、前記半導体薄膜を保持するに必要な機械的強度を有する耐熱性基板上に、前記半導体薄膜を形成する工程と、

母体を前記半導体薄膜上に接合する工程と、

前記耐熱性基板を前記半導体薄膜から剝離する工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

(2) 前記耐熱性基板上に前記半導体薄膜を形成する前に、予め前記耐熱性基板の表面の少なくとも一部を剝離層で被覆し、前記耐熱性基板を前記半導体薄膜から剝離する工程において前記剝離層を分解することにより、前記耐熱性基板と前記半導体薄膜を分離することを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の半導体装置の製造方法。

(3) 前記半導体薄膜を形成する工程において、

設けた前記半導体薄膜を帯域熔融再結晶化する工程を含むことを特徴とする特許請求の範囲第1項又は第2項に記載の半導体装置の製造方法。

(4) 半導体薄膜を形成するに必要な温度において、前記半導体薄膜を保持するに必要な機械的強度を有する耐熱性基板上に形成された前記半導体薄膜に前記半導体薄膜を保持するに必要な機械的強度を有する母体を接合し、前記耐熱性基板を前記半導体薄膜から剝離することによって、前記半導体薄膜と前記母体とから構成されることを特徴とする半導体装置。

(5) 特許請求の範囲第4項記載の母体上に半導体薄膜を有する半導体装置を第二の母体とし、前記第二の母体上に絶縁物を介して第二の半導体薄膜を形成したことを特徴とする半導体装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、半導体薄膜を用いた機能素子およびその製造技術に関するものである。

(従来の技術)

半導体薄膜を用いた機能素子に関する従来の技術を、例を挙げて以下に説明する。

例えば、第13図は従来の半導体薄膜を用いた半導体装置の一例の構造を、その製造工程に従って順に示す断面概略図である。図において1は耐熱性基板、108は拡散防止層、2は半導体薄膜、5はキャップ層、11は半導体薄膜2の表面に設けられたp-n接合層、12は格子電極である。

耐熱性基板1には、例えばシリコン、高融点金属、グラファイト、導電性セラミックス等が用いられる(第13図(a))。この表面にシリコン酸化膜からなる拡散防止層108を形成する(第13図(b))。次に、写真製版等の方法により、拡散防止層108の一部を除去して開口部109を設け(第13図(c))、この上に半導体材料ガス、例えばシラン、ジクロロシラン、トリクロロシラン等の分解等の手法により、半導体薄膜2を形成し(第13図(d))、さらにその上をシリコン酸化膜からなるキャップ層5で覆う(第13図(e))。キャップ層5の上から、半導体薄膜2を加熱して溶融

再結晶化(第13図(f))した後、キャップ層をエッチング除去する(第13図(g))。然る後、半導体薄膜の表面に微結晶膜の成長あるいは不純物拡散等により接合層11を形成し、必要に応じて透明導電膜(図示せず)を設け、さらに格子電極12を設けて半導体装置が完成する(第13図(h))。

こうして得られる半導体装置に、第13図(h)の矢印13に示す方向から光が照射されると、光は半導体装置内部で吸収され、半導体装置に設けられたp-n接合によって半導体薄膜2の膜厚方向に起電力が発生し、電流を取り出すことができる。電流は、一方は格子電極12から、もう一方は拡散防止層108に設けられた開口部109を通して耐熱性基板1から取り出される。第14図は20th IEEE Photovoltaic Specialists Conferenceにおいて発表された半導体装置の構造で、この場合には耐熱性基板1として多結晶シリコン、半導体薄膜2の材質にはシリコンが用いられている。しかしながら、以上のような半導体装置の製造方法においては、拡散防止層108の上に半導体薄

膜2を形成する際に、また、半導体薄膜2を溶融再結晶化する際に、高温の状態で工程を経るため、耐熱性基板1に半導体装置としての特性を低下させるような有害なFe、Ni、Cr等の不純物が含まれていると、拡散防止層108に設けられた開口部109を過って、これらの不純物が半導体薄膜2中に拡散し、半導体装置の性能を低下させてしまうという問題点があった。さらに、以上のような構造の半導体装置においては、拡散防止層108に設けられた開口部109を介して、半導体薄膜2と耐熱性基板1の間の電気的接触を図っており、耐熱性基板1として導電性を持つ材質を用いて、これ全体を電極としているので、この上に設けた半導体薄膜2を複数の領域に分けて形成し、お互いを電気的に接続した構造、すなわち、集積化された構造を実現することが困難であった。

また、第15図は従来から提案されている半導体装置の他の一例における構造の概念を示す断面図である。図において、101はシリコン基板、1

18はシリコン基板101上に形成された集積回路領域、2は半導体薄膜、119は半導体薄膜2上に設けられた集積回路領域、120は層間絶縁膜、121は相互接続配線を表している。

シリコン基板101の表面には、集積回路領域118が形成されており、その上に層間絶縁膜120を挟んで、半導体薄膜2が2層設けられており、それぞれの半導体薄膜2上に集積回路領域119が形成されている。シリコン基板101上の集積回路118と半導体薄膜2上の集積回路119とは、お互いに相互接続配線121によって電気的に接続されており、それぞれの集積回路が全体で一つの機能を果たす半導体装置となっている。以上の構造を構成するには、まずシリコン基板101の上に集積回路領域118を形成し、その上に順次層間絶縁層120と半導体薄膜2を設けて、その上に集積回路を形成し、下の層の集積回路領域118、119と相互接続配線121を施しながら構成するという製造方法をとる。このような構成の半導体装置に用いられる半導体薄膜2には、

通常、多結晶シリコンあるいは多結晶シリコンを熔融再結晶化したものが用いられる。半導体薄膜としての電気的な特性を考慮すると、多結晶シリコンそのままを用いるよりは、これを一旦熔融再結晶化し、単結晶領域を拡大したものをを用いることが望ましい。しかしながら、以上のような構造の半導体装置において、上記のように、集積回路領域118を形成したシリコン基板の上に半導体薄膜2を順次積層して構成する製造方法をとる場合には、その製造工程において一旦形成した集積回路領域が800～900℃以上の温度に晒されることは、形成した集積回路の機能を保護するために避けるべきではない。一方で、半導体薄膜2を熔融再結晶化するためには、シリコンの場合、熔融が1414℃であるので、必然的にこの温度以上に半導体薄膜2を晒す必要があり、上記の要請と矛盾をきたし、このような半導体装置を実現することが困難であった。

これを解決するために、レーザビームや電子ビームを半導体薄膜2に照射し、これを局部的に加

構成し、第一の多結晶シリコン層132とその直上の第二の多結晶シリコン層133とが、もう一つの回路素子を構成しており、これらが互いに電気的に接続され、集積回路を形成している。半導体薄膜すなわち第二の多結晶層シリコン層133の熔融再結晶化には、レーザビーム照射が用いられている。このように、例えばレーザビーム照射を採用することにより、第15図に示したような複雑な構造の半導体装置までは至らないが、その原型ともいえる、より簡単な構造の同様の半導体装置は徐々に実現されつつある。しかしながら、このような製造方法では、レーザビーム照射によって再結晶化して得られる半導体薄膜2は、広い面積にわたって単結晶の領域を得ることが困難であるため、半導体薄膜2上には大規模の複雑な集積回路を形成することができない。また、大面積に対してレーザビーム照射を施すには長時間を要し、生産性に劣るという問題点があった。

(発明が解決しようとする課題)

従来の半導体装置およびその製造方法は、以上

熟して熔融再結晶化し、既に形成した集積回路領域に与える影響を少なくして、上記のような半導体装置を実現しようという試みがある。例えば、第16図は、IEDM Technical Digest (1981)に発表された半導体装置の例である。図において101はp型シリコン基板、130はシリコン基板101に形成されたn型拡散領域、131はシリコン酸化膜、132は第一の多結晶シリコン層、133は第二の多結晶シリコン層である。第二の多結晶層シリコン層133が第15図における半導体薄膜2に相当し、この第二の多結晶シリコン層133と第一の多結晶シリコン層132およびシリコン基板101との間のシリコン酸化膜131が、第15図における層間絶縁層120に相当する。また、第二の多結晶シリコン層133とn型拡散領域130の接触部が、第15図における相互接続配線121に相当する。この例においては、第一の多結晶シリコン層132と二つのn型拡散領域130およびp型シリコン基板101が、集積回路の構成要素である一つの回路素子を

のように構成されているので、半導体薄膜中への不純物の混入を抑えることが困難、集積構造を実現することが困難、また、大面積化が困難、生産性に劣る、などの問題点があった。

この発明は、以上のような問題点を解消するためになされたもので、上記問題点をすべて解消できる半導体装置およびその製造方法を提供することを目的としている。

(課題を解決するための手段)

この発明に係る半導体装置の製造方法は、耐熱性基板上に半導体薄膜を形成し、この半導体薄膜の上に母体を形成した後、耐熱性基板を半導体薄膜から剥離するものである。

また、この発明に係る半導体装置は、この発明に係る半導体装置の製造方法によって、母体上に半導体薄膜を形成したものである。

(作用)

この発明における半導体装置の製造方法は、半導体薄膜を一旦耐熱性基板上に形成した後、この半導体薄膜を母体上に移し代える。

また、この発明における半導体装置は、一旦耐熱性基板上に形成された半導体薄膜が、半導体装置の母体上に移し代えられて構成される。

(実施例)

以下、この発明の一実施例を図について説明する。第1図はこの発明の第1の実施例による半導体装置の製造方法を、その製造工程に従って順に説明するための概略断面図である。図において、1は耐熱性基板、2は半導体薄膜、3は半導体装置の母体である。

耐熱性基板1(第1図(a))は半導体薄膜2を形成するために必要な温度において、その形状や組成が変化しないものでなければならない。例えば、半導体薄膜2が多結晶シリコンの場合は、半導体材料ガスの分解によってこれを形成するには、耐熱性基板1は600℃から約1200℃の温度に対して耐熱性を持っている必要がある。また、半導体薄膜2が非晶質シリコンの場合には、300℃程度の温度に耐える材質であればよい。この要請を満たす耐熱性基板1の材質としては、前者の

場合、例えば石英、カーボン、シリコン、セラミックス、高融点金属など、後者の場合には、ガラス、ステンレス等の金属、耐熱性樹脂等を用いることができる。

この耐熱性基板1の表面に、例えば半導体材料ガスの分解等の手段により、半導体薄膜2を形成する(第1図(b))。必要に応じてこの半導体薄膜2に、これを用いて構成しようとする半導体装置に適用するために必要な処理、例えば、パターニング、酸化、不純物拡散、アニール、再結晶化、エピタキシャル成長、他の薄膜の積層形成およびそのパターニング等の処理を施す。半導体薄膜2の上に、これを用いて構成しようとする半導体装置の母体3を接合する(第1図(c))。接合には、母体3を半導体薄膜2に直接接合するか、あるいは、接合剤を用いてもよく、また、接合剤そのものを母体3として用いてもよい。母体3の半導体薄膜2との接触部が、半導体薄膜2との付着性において十分な場合には、直接接合が可能である。例えば、接合剤そのものを母体3として用いる場

合や、半導体薄膜2を形成する工程において、半導体薄膜2に施す処理によって、母体との付着性の高い材質が表面に配置したり、半導体薄膜2の表面が母体との付着性の高い表面形状になったりする場合、例えば半導体薄膜2表面に集積回路を形成して凹凸ができる場合などがそれである。母体3との付着性の改善のために意図的に半導体薄膜2表面に処理を施してもよい。接合剤としては、例えばポリイミド系の樹脂等の有機物や低融点ガラス、リンやホウ素を添加したシリコン酸化膜等を用いることができる。

然る後、耐熱性基板1を半導体薄膜2から剥離する(第1図(d))。例えば、耐熱性基板1が多孔質セラミックス等の多孔質材料からなる場合には、耐熱性基板1内に半導体薄膜2を溶解する物質、すなわちエッチング液やエッチングガスを浸透させ、半導体薄膜のうち耐熱性基板1に接触している部分を部分的に溶解して、耐熱性基板1と半導体薄膜2の結合を取り除くことにより、耐熱性基板1を半導体薄膜2から剥離することができる。

例えば、半導体薄膜2が多結晶シリコンからなる場合には、エッチング液にHF、HNO<sub>3</sub>、CH<sub>3</sub>COOHの混合液等、エッチングガスにはClF<sub>3</sub>等を用いることができる。これによって、母体3上に半導体薄膜2が配置された構造の半導体装置が形成される。

第2図および第3図は、耐熱性基板1の表面に、半導体薄膜2を形成する前に、予め剥離層4を設けた場合の本発明の第2、第3実施例を示している。耐熱性基板1の表面の少なくとも一部に剥離層4を設ける(第2図(a)、第3図(a))。この上に半導体薄膜2を形成し(第2図(b)、第3図(b))、これに母体3を接合する(第2図(c)、第3図(c))ことは、第1図について示したと同様である。

第2図の第2の実施例は、耐熱性基板1を半導体薄膜2から剥離する工程において、耐熱性基板1と半導体薄膜2の間に設けた剥離層4を、溶媒により化学的に分解して除去し、耐熱性基板1を半導体薄膜2から剥離する場合について示している。半導体薄膜2と耐熱性基板1の間隙、すなわ

ち剥離層4の占める部分に溶媒が十分に浸透する場合は、耐熱性基板1は気密質のものでよいが、半導体薄膜2が大面積の場合は、耐熱性基板1に多孔質のものを用いる。例えば、半導体薄膜2が多結晶シリコンからなる場合には、剥離層4としてシリコン酸化膜、耐熱性基板1として多孔質セラミックス等を用いることができる。多孔質セラミックスとしては、例えば多孔質アルミナ等を用いる。この時、剥離層4の溶媒にはHFを用いることができる。耐熱性基板1に多孔質材料を用いた場合、材質によっては十分な平坦度の表面が得られない場合があるが、剥離層4を設けることにより剥離層4表面を平坦化することによって、平坦な表面を得ることができる。例えばシリコン酸化膜を剥離層4として用いる場合には、リンやホウ素を添加した酸化膜を用い、リフローすることにより平坦な表面が得られる。

第3図の第3の実施例は、耐熱性基板1を半導体薄膜2から剥離する工程において、耐熱性基板1と半導体薄膜2の間に設けた剥離層4を、機械

的応力により物理的に分解して、耐熱性基板1を半導体薄膜2から剥離する場合について示している。剥離層4として、例えば、シリコン、シリコン窒化物、シリコン酸化膜、シリコン炭化物、窒化ホウ素等の粉末を塗布してなる層を用いると、半導体薄膜2と耐熱性基板1との間の結合は、これらの粉末の粒子間の弱い結合によっているので、この場合、耐熱性基板1を半導体薄膜2から引き剥す機械的応力を加えることにより、容易に剥離層4を分解して、耐熱性基板1と半導体薄膜2を分離することが可能である(第3図(d))。また、粉末を塗布してなる層を、例えばシリコン酸化膜で被覆したものを剥離層4としてもよい。

また、第4図は、耐熱性基板1上に半導体薄膜2を形成する工程において、一旦形成した半導体薄膜2を熔融再結晶化する場合の本発明の第4の実施例について示している。例えば、多孔質アルミナ等からなる耐熱性基板1の表面に、シリコン酸化膜からなる剥離層4を気相法により設ける(第4図(a))。その上に半導体薄膜2として多結晶

シリコン膜を気相法により形成し、これを再び気相法により、シリコン酸化膜からなるキャップ層5で覆う(第4図(b))。さらにこの上にシリコン窒化膜を設けてもよい。次に、半導体薄膜2を加熱して熔融した後、固定させて再結晶化し(第4図(c))、キャップ層5を除去して、半導体薄膜2に母体3を接合し(第4図(d))、耐熱性基板1にHFを浸透させ、剥離層4のシリコン酸化膜を溶解し、耐熱性基板1を剥離する(第4図(e))。半導体薄膜2の加熱熔融には、レーザや電子ビーム等のエネルギービームを用いても、赤外線照射やカーボンヒータ等による加熱を用いてもよい。赤外線を線状に照射、あるいは線状のカーボンヒータ等によって、半導体薄膜2に帯状の熔融部分を作りこれを移動する帯域熔融再結晶化を行ってもよい。また、上記の例では、剥離層4とキャップ層5ともにシリコン酸化膜からなる場合について示したが、キャップ層5の除去にHFを用いる場合は、この時に剥離層4が同時に除去されてしまわないように、耐熱性基板1にHFが浸透しない

ように表面を保護材で覆う。

第5図は、本発明の第5の実施例を示し、これは第4図の第4の実施例と同様の実施例を示したものであるが、半導体薄膜2を形成する工程において、耐熱性基板1とその表面が同一面になるように半導体結晶6を隣接して配置し(第5図(a))、耐熱性基板1と半導体結晶6の両方の上に半導体薄膜2を形成する(第5図(b))。半導体結晶6は、半導体薄膜2と同一の材質のものを用いる。例えば、半導体薄膜2が多結晶シリコンの場合、半導体結晶6はシリコン単結晶を用いる。次に、半導体薄膜2に対して帯域熔融再結晶化を行う際、半導体結晶6上の半導体薄膜2を先ず加熱熔融し、加熱部分を移動させて、耐熱性基板1上の半導体薄膜2を端から順に熔融し、熔融部の移動により、半導体結晶6の上の部分から耐熱性基板1の上の部分へと、順に凝固させる。この操作により、半導体結晶6の上の半導体薄膜2は、半導体結晶6の結晶方位に引き込まれて、これと同じ結晶方位を持って凝固しようとし、耐熱性基板1上の半導

体薄膜2も、既に半導体結晶6と同じ結晶方位で凝固した半導体薄膜2の部分に引き込まれて、これと同じ結晶方位で凝固しようとする。このため、結果的に再結晶化後の半導体薄膜2の多くの部分が半導体結晶6と同じ結晶方位で凝固し、広い面積にわたって単結晶の領域を持つ半導体薄膜2が得られる。さらに、帯域熔融再結晶化を行った際の利点は、半導体薄膜2中に不純物が含まれている場合、偏析係数の小さい不純物が、熔融部の移動によって掃き寄せられて再結晶化と同時に精製が行われる点である。その後の工程は、第4図について示したと同様に、半導体薄膜2に母体3を接合し(第5図(d))、剥離層4を分解して耐熱性基板1を分離し(第5図(e))、さらに、半導体結晶6を切り離す(第5図(e))。

第6図は、以上に示した本発明による半導体装置の製造方法を、実際の半導体装置に適用した場合の本発明の第6の実施例を、その製造工程に従って、順に説明するための概略断面図である。耐熱性基板1(第6図(a))上に剥離層4を設け(第

6図(b))、半導体薄膜2として、例えばp型多結晶シリコン薄膜をその上に形成し(第6図(c))、これをキャップ層5で覆う(第6図(d))。半導体薄膜2を帯域熔融再結晶化(第6図(e))した後、キャップ層5を除去し(第6図(f))、半導体薄膜2表面にp<sup>+</sup>拡散層7および酸化膜8を形成する(第6図(g))。次に、酸化膜8をパターンニングして一部に開口部9を設け(第6図(h))、その上にアルミニウムや銀等のスパッタや真空蒸着等によって、金属層10を形成し(第6図(i))、この上に母体3を接合する(第6図(j))。続いて、剥離層4を分解して耐熱性基板1を分離し(第6図(k))、半導体薄膜2の表面にn<sup>+</sup>拡散あるいはn型微結晶膜等により接合層11を設け、p-n接合を形成して、さらに、表面に格子電極12を設ける(第6図(l))。こうして得られる半導体装置に、第6図(l)の矢印13に示す方向から光が照射されると、光は半導体装置内部で吸収され、半導体装置に設けられたp-n接合によって半導体薄膜2の膜厚方向に起電力が発生し、電流を取り出すこと

ができる。電流は、一方は格子電極12から、もう一方は酸化膜8に設けられた開口部9を通して金属層10から取り出される。また、金属層10は、入射した光が半導体薄膜2を1回通過するだけでは十分吸収されなかった場合、これを反射してもう一度半導体薄膜2に入射させる働きを持っている。この方法によれば、半導体薄膜2の熔融再結晶化を、剥離層4とキャップ層5にその全面が覆われた状態で行っているため、加熱熔融された際の不純物による汚染は防ぐことができる。

また、第7図は第6図に示したと同様の本発明の第7の実施例による半導体装置をその製造工程に従って順に示しており、第7図(a)~第7図(f)の工程は第6図(a)~第6図(f)と同様である。第7図においては、半導体薄膜2表面に、先に接合層11を形成して格子電極12を設け(第7図(g))、これに透光性の母体3を接合し(第7図(h))、その後剥離層4を分解して耐熱性基板1を分離し(第7図(i))、金属層10を設けて裏面電極とする(第7図(j))。この場合、光は矢印13に示すよ

うに、透光性の母体3側から照射する。

以上に示した実施例においては、半導体薄膜2をパターンニングせずに利用した半導体装置について示したが、半導体薄膜2を適当な大きさの領域に分割して用いてもよく、第8図はこのようにした本発明の第8の実施例について示している。第8図(a)~第8図(f)の工程は第6図(a)~第6図(f)と同様である。第8図(g)において、半導体薄膜2にp<sup>+</sup>拡散層7を形成し、第6図と同様に、酸化膜8を設けてもよいが、簡単のため図には酸化膜8を設けない場合について示す。この上に金属層10を設け(第8図(h))、これをパターンニング(第8図(i))した後、母体3を接合し(第8図(j))、剥離層4を分解して耐熱性基板1を分離する(第8図(k))。さらに、半導体薄膜2を金属層10のパターンと整合をとって分割し、パターンニングを行う(第8図(l))。この時、例えば図に示すように、半導体薄膜2が分割されてできる間隙に、金属層10の一部が露出するようにする。然る後、半導体薄膜2にp-n接合層(図示せず)を形成

し、格子電極12を、その一部が半導体薄膜2の間隙に露出した金属層10に接触するように形成する(第8図(a))。これによって、半導体装置が、例えば第6図や第7図に示すような、光の照射によって発電を行うための半導体素子である場合、一つの母体3上に、複数の半導体薄膜2による発電領域を有し、それらをお互いに直列接続した構成の半導体装置が得られる。

上記実施例では、分割された半導体薄膜2を電氣的に接続するために、格子電極12を用いた場合について示したが、例えば透明導電性膜等を用いてもよい。また、半導体薄膜2による発電領域に、さらに第二の半導体薄膜による発電素子を積層してもよく、例えば第9図に示す第9の実施例に、この場合における、半導体薄膜2の間隙部の加工の様子を順を追って示す。分割され、p- $\alpha$ 接合層(図示せず)の形成された、例えば多結晶シリコン等の半導体薄膜2を、例えば非晶質シリコン等の第二の半導体薄膜14による発電素子で覆う(第9図(a))。この第二の半導体薄膜14の

一部を、例えばレーザビーム等により溶融して除去(第9図(b))した後、透明導電性膜15で被覆し(第9図(c))、さらにレーザビーム等により第二の半導体薄膜14と透明導電性膜15の一部を同時に切断除去する(第9図(d))。

また、第10図の第10の実施例に示すように、第二の半導体薄膜14と透明導電性膜15を全面に形成(第10図(a))してから、例えばレーザビーム等により2ヶ所切断除去し(第10図(b))、その後一方の切断部を、例えば導電性ペースト等で埋めて、透明導電性膜15と金属層10の電氣的接続を行う(第10図(c))。これによって半導体薄膜2と第二の半導体薄膜14の積層構造の発電素子が、同一母体3上に複数領域に設けられ、それらを直列に接続した構成の半導体装置が得られる。

第11図および第12図は、本発明による半導体装置の製造方法を、さらに別の半導体装置に適用した場合の本発明の第11、第12の実施例を、その製造工程に従って、順に説明するための概略

断面図である。ここに示す実施例は、半導体薄膜を用いた半導体集積回路、特に、集積回路を形成した半導体薄膜を多層に積層した構造の半導体装置に関するものである。第11図(a)~第11図(f)および第12図(a)~第12図(f)の工程は第6図(a)~第6図(f)と同様である。第11図に示すように、耐熱性基板1上に剝離層4を介して形成された半導体薄膜2に、例えば、母体3を、例えばポリイミド系樹脂や低融点ガラス等の電気絶縁性の接合剤17を用いて接合する(第11図(g))。剝離層4を分解して耐熱性基板1を分離(第11図(h))した後、半導体薄膜2上に処理を施して集積回路領域18を形成する(第11図(i))。母体3および接合剤17は、集積回路領域18を形成する処理に耐えるものであれば何でもよく、例えば母体3として、既に集積回路の形成された半導体基板を用いれば、集積回路を絶縁物を挟んで積層した構造の半導体装置が得られる。また、この実施例による半導体装置を母体3として、繰り返して半導体薄膜2を積層して行けば、集積回路の設けら

れた半導体薄膜を多層に積層した構造の半導体装置が得られる。

さらに、第12図に示すように、耐熱性基板1上において、半導体薄膜2をこれから分離する前に、表面に集積回路領域18を形成し(第12図(g))、その後に母体3を接合し(第12図(h))、耐熱性基板1を分離する(第12図(i))ようにしてもよい。この場合は、母体3や接合剤17は集積回路を形成するための処理に耐える必要がないので、母体3は半導体薄膜2を機械的に支持できるものであればなんでもよく、その材質の選択に自由度が大きい。

以上のようにこの発明による半導体装置の製造方法によれば、半導体薄膜2の溶融再結晶化は、耐熱性基板1上において行うので、再結晶化時の温度上昇により、既に形成された集積回路の動作に影響を与えることなく、多層構造の半導体集積回路を構成することができる。さらに、これによって、溶融再結晶化の手段として、赤外線ヒータやカーボンヒータによる加熱を用いることができ



るので、大面積の半導体薄膜2を一度に処理することができ、生産性が向上する利点がある。

また、このように、集積回路を形成した半導体薄膜2を積層した構造の半導体装置を構成する場合には、半導体薄膜2の厚さは、集積回路としての動作に支障がない範囲において、できるだけ薄い方が望ましいので、例えば第11図の場合は第11図(i)で集積回路を形成する前に、第12図の場合は第12図(ii)で集積回路を形成する前に、半導体薄膜2をエッチングあるいは研磨して厚さを薄くしてもよい。

なお、上記の各実施例においては、半導体薄膜2として主に多結晶シリコン薄膜、剝離層4として主にシリコン酸化膜を用いた場合等について示したが、各部の材質はこれらに限定されるものではない。

〔発明の効果〕

以上のように、この発明による半導体装置およびその製造方法においては、耐熱性基板上に半導体薄膜を形成し、この半導体薄膜の上に母体を形

成した後、耐熱性基板を半導体薄膜から剝離するように構成したので、半導体薄膜中への不純物の混入を防止することができ、大面積化が可能となり、生産性が向上し、また、一つの母体上に複数の半導体薄膜領域を形成しお互いに電気的に接続した集積構造を実現することができ、母体の材質の選択に自由度が大きく、また、多くの機能を集積した半導体装置を実現することができる効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、この発明の第1の実施例による半導体装置の製造方法を、その製造工程に従って順に説明するための概略断面図、第2図ないし第5図は、この発明の第2ないし第5の実施例による半導体装置の製造方法を、その製造工程に従って順に説明するための概略断面図、第6図は、この発明による半導体装置の製造方法を、実際の半導体装置に適用した場合の第6の実施例を、その製造工程に従って、順に説明するための概略断面図、第7図ないし第12図は、この発明による半導体

装置の製造方法を、他の実際の半導体装置に適用した場合の第7ないし第12の実施例、その製造工程に従って、順に説明するための概略断面図、第13図は、従来の半導体装置の製造方法を、その製造工程に従って説明するための概略断面図、第14図ないし第16図は、従来の半導体装置の構造を示す概略断面図である。

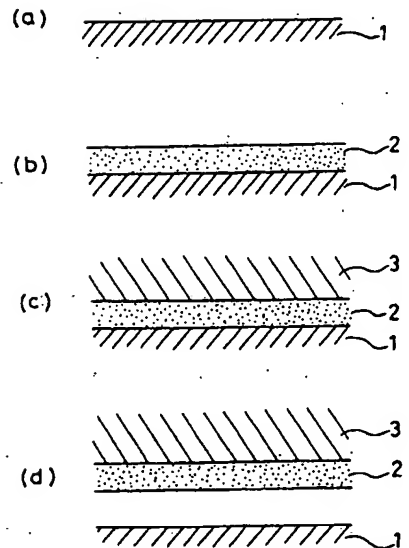
図において、1は耐熱性基板、2は半導体薄膜、3は母体、4は剝離層である。

なお、図中同一符号は、同一または相当部分を示す。

代理人 早 瀬 憲 一

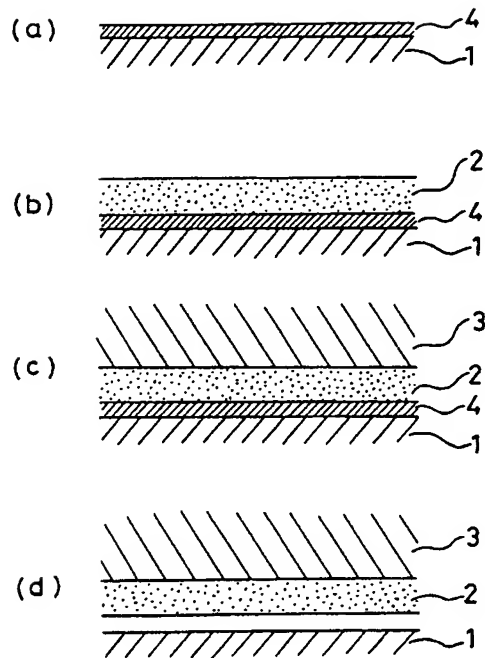
第1図

1: 耐熱性基板  
2: 半導体薄膜  
3: 母体

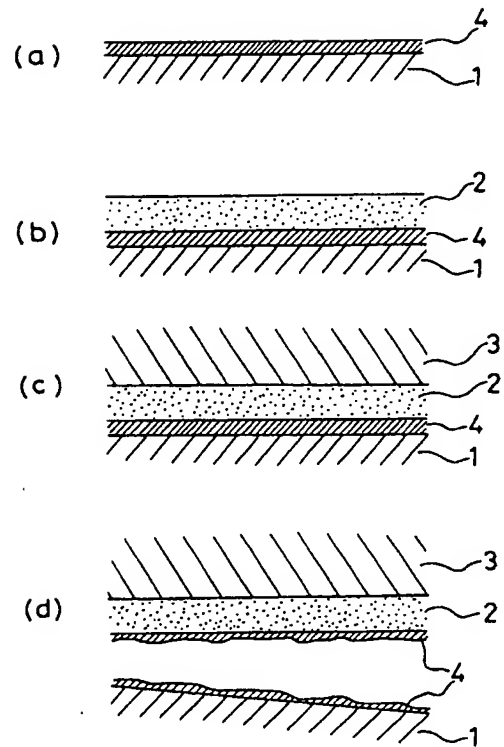


第 2 図

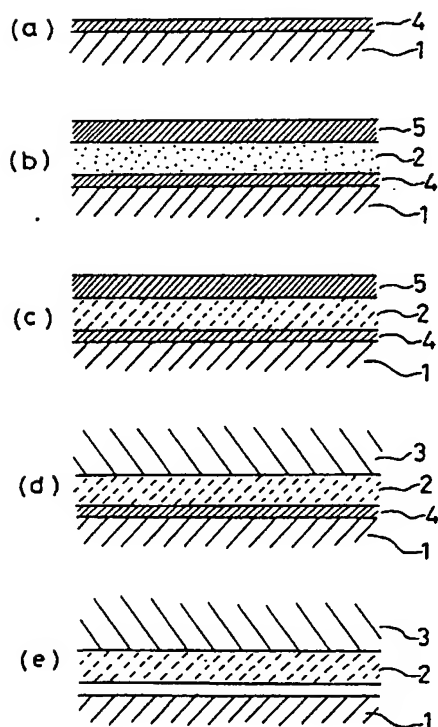
4: 剥離層



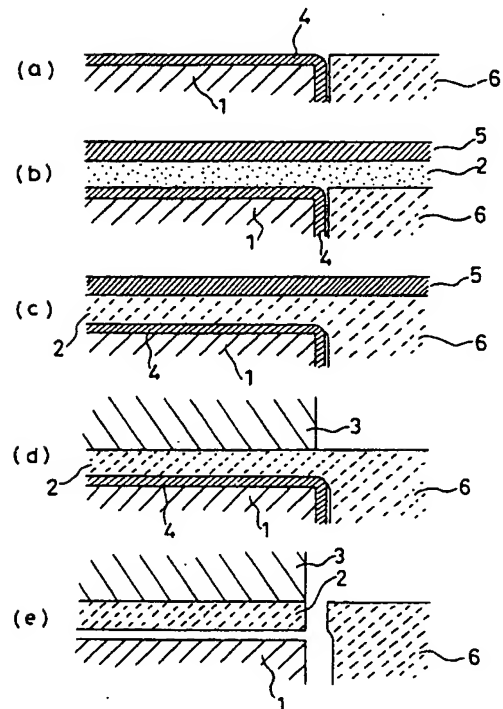
第 3 図



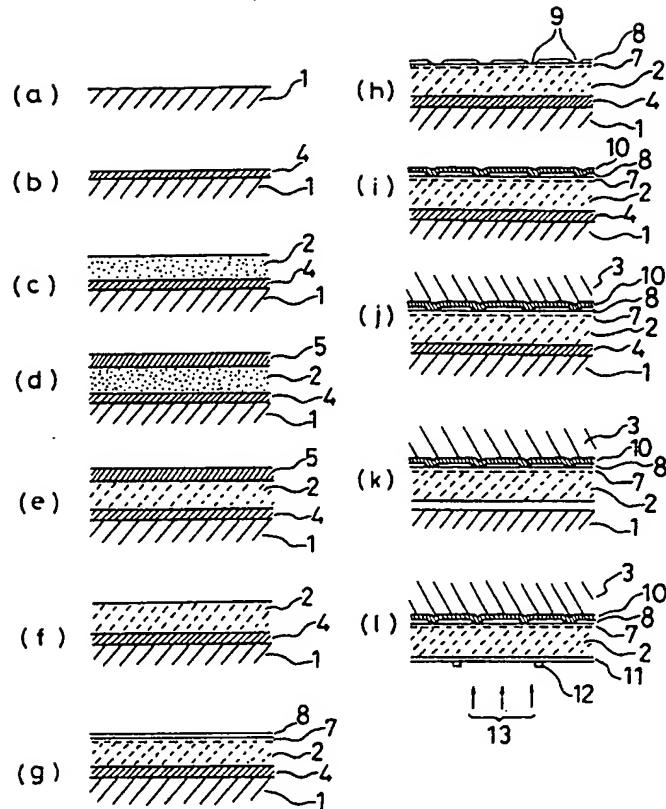
第 4 図



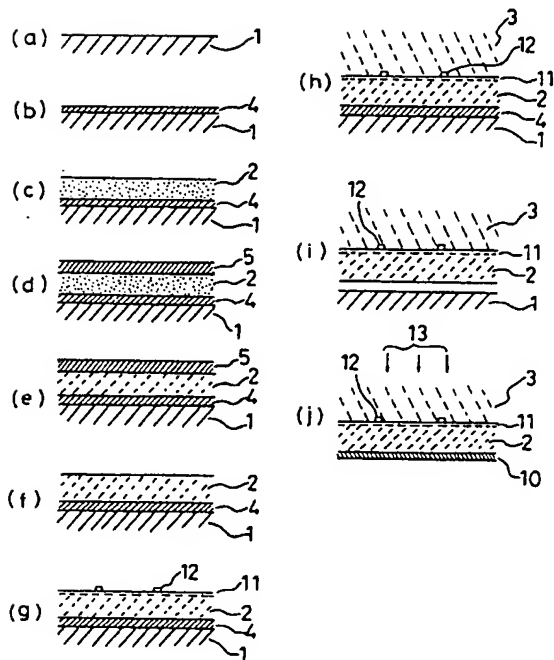
第 5 図



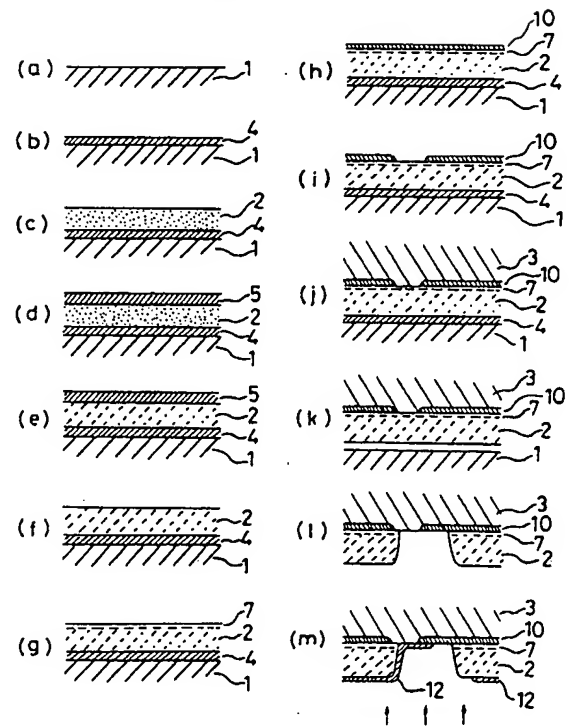
第 6 圖



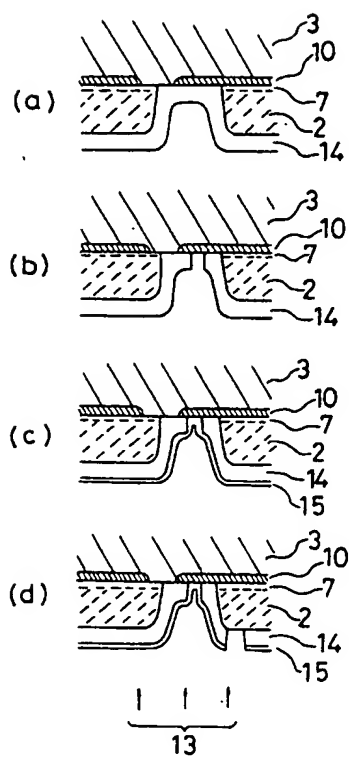
第 7 圖



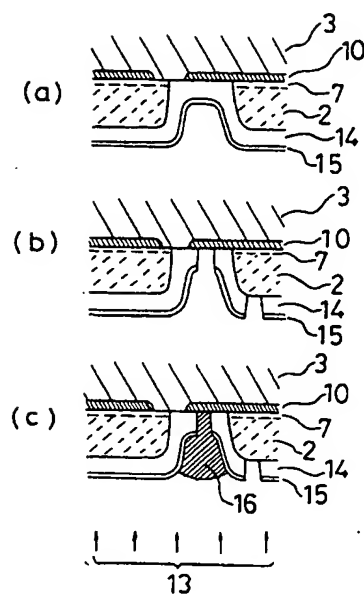
第 8 圖



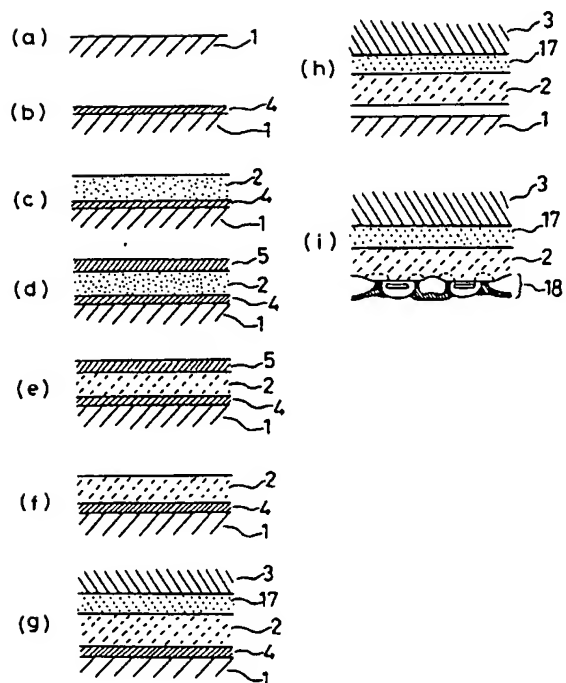
第 9 図



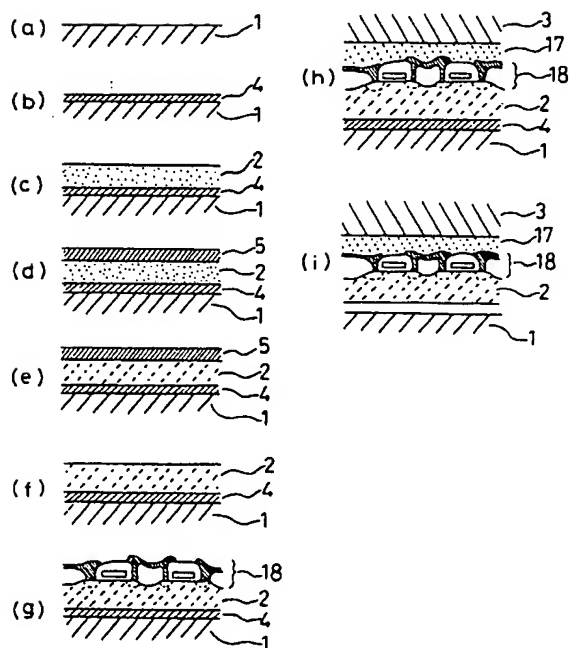
第 10 図



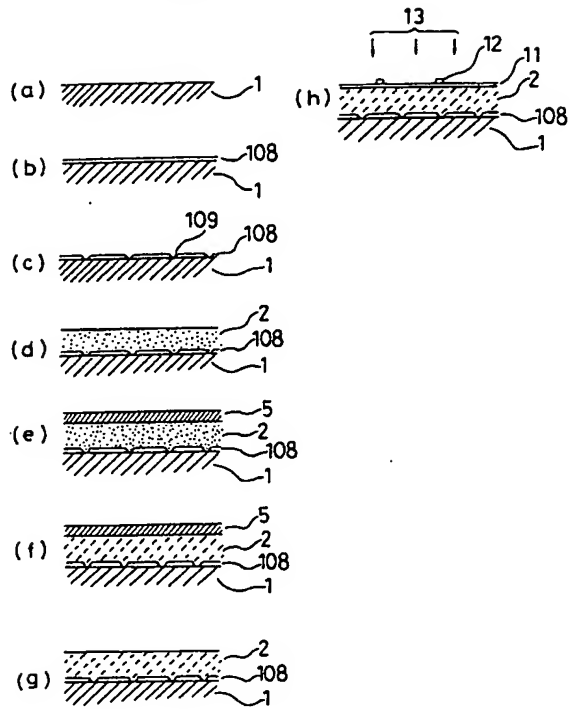
第 11 図



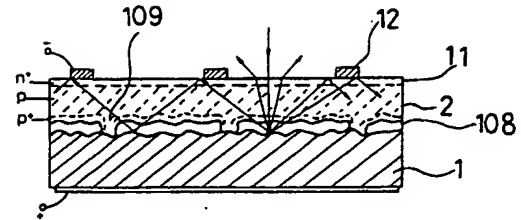
第 12 図



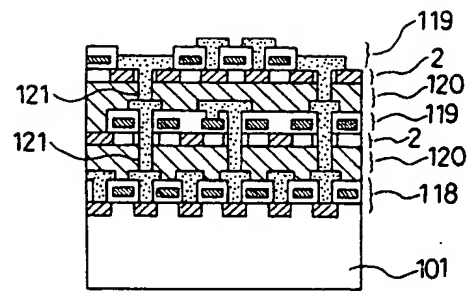
第13図



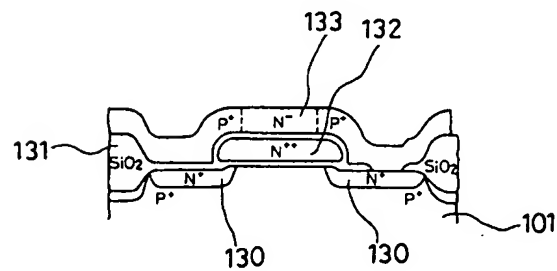
第14図



第15図



第16図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**